Bureau de la sécurité des transports du Canada

Transportation Safety Board of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE A14O0077



PERTE DE MAÎTRISE – IMPACT AVEC UN PLAN D'EAU

CESSNA 185E, C-FYKU
LAC TAYLOR (ONTARIO)
24 MAI 2014



Rapport d'enquête aéronautique A14O0077

Perte de maîtrise – Impact avec un plan d'eau
Cessna 185E, C-FYKU
Lac Taylor (Ontario)
24 mai 2014

Résumé

Le 24 mai 2014, un avion Cessna 185E sous immatriculation privée (immatriculé C-FYKU, numéro de série 185-1484), muni de flotteurs amphibies, a décollé de l'aéroport de Guelph (Ontario) à destination du lac Taylor (Ontario). Le pilote était le seul occupant de l'aéronef. Durant l'amerrissage sur le plan miroitant, les flotteurs ont plongé dans l'eau, le pilote a perdu la maîtrise de son aéronef, lequel a fait la roue, puis a coulé. Les forces d'impact ont endommagé le fuselage de l'aéronef, de sorte que la porte du pilote ne pouvait plus s'ouvrir. Le pilote a survécu à l'impact, mais, comme il était incapable de sortir de l'aéronef immergé, il s'est noyé. La radiobalise de détresse, dont l'aéronef était doté, s'est actionnée, mais aucun signal n'a été reçu en raison de l'immersion de l'antenne. L'accident s'est produit durant les heures de clarté, vers 7 h 40, heure avancée de l'Est.

Renseignements de base

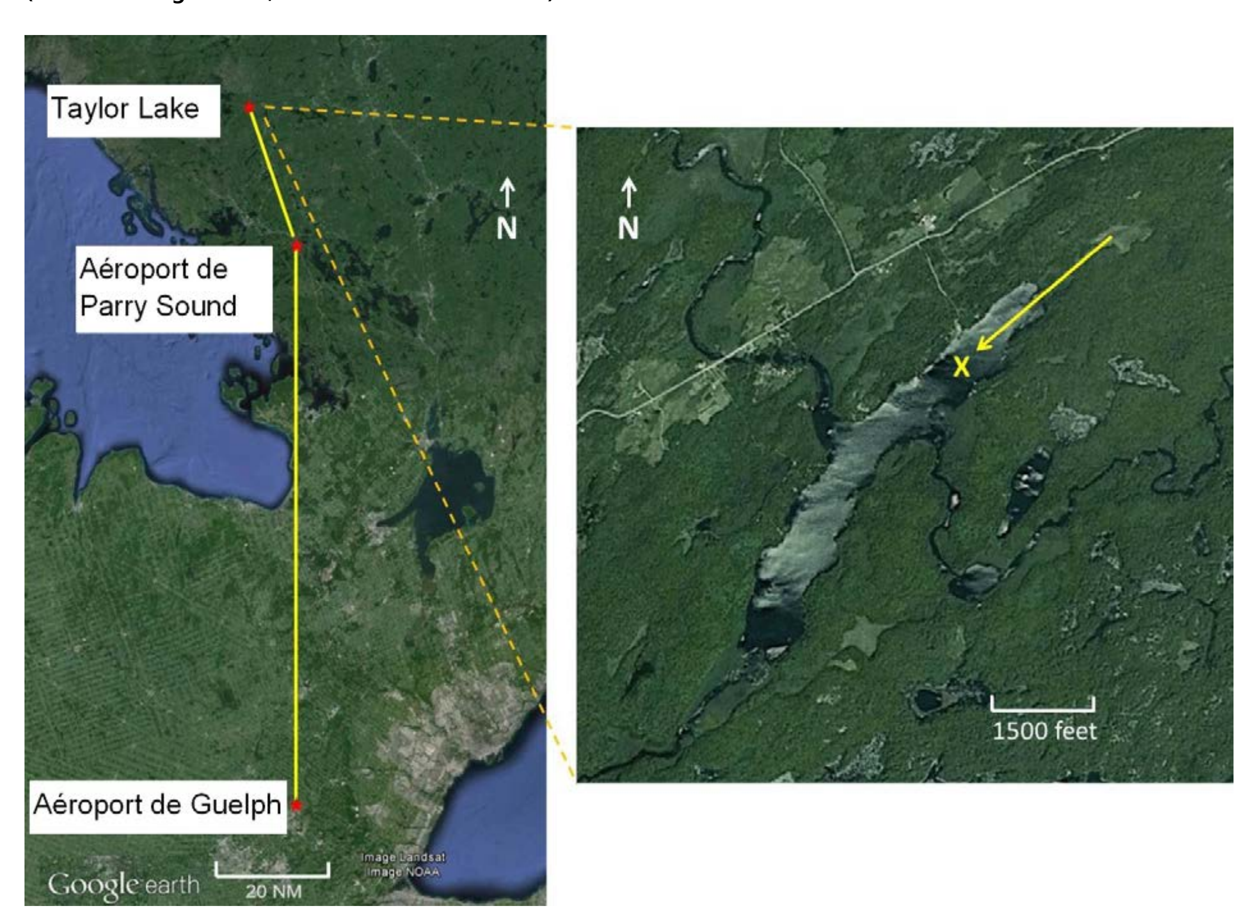
Déroulement du vol

Plus tôt au cours du mois et dans les jours qui ont précédé l'accident, le pilote avait effectué plusieurs vols en compagnie d'un pilote expérimenté. Le but de ces vols était d'exercer les manœuvres d'atterrissage et de décollage après la pause hivernale. Des amerrissages sur plan miroitant avaient été pratiqués au cours de certains de ces vols. Durant ces exercices, le pilote tentait d'atteindre ou de ressentir la surface de l'eau en position de piqué, sans réduire la puissance du moteur.

La veille de l'accident, le pilote avait tenté d'effectuer un vol vers le lac Taylor pour une fin de semaine de pêche avec des amis et des membres de sa famille, mais avait rebroussé chemin en raison des conditions météorologiques en route.

Le jour de l'accident, le pilote a décollé de l'aéroport de Guelph (Ontario) à destination de l'aéroport de Parry Sound (Ontario), où il a effectué une série de posés-décollés sur la piste avant de poursuivre sa route vers le lac Taylor (figure 1).

Figure 1. Cartes du lac Taylor, indiquant le trajet, la direction de l'approche et le lieu de l'accident (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



Le lac Taylor est situé à quelque 20 milles marins (nm) au nord de Parry Sound. Il mesure environ 1,2 nm de long sur 700 pieds de large, et il est orienté du nord-est au sud-ouest. L'approche de l'aéronef était stable, et l'amerrissage a été effectué en direction sud-ouest. L'appareil s'est posé à environ 7 h 40[1] dans la zone centrale du lac, à quelque 1500 pieds de l'extrémité nord-est (l'extrémité d'approche). Le matin de l'accident, il n'y avait pas de vent, et la surface du plan d'eau était lisse et miroitante.

L'appareil s'est posé pratiquement à niveau de la surface du plan d'eau, le flotteur droit légèrement plus bas que le gauche. Les flotteurs se sont ensuite enfoncés dans l'eau, de sorte que l'aéronef a fait la roue et a chaviré. L'appareil a coulé rapidement, et seuls les flotteurs étaient visibles en surface (photo 1). Des témoins de l'accident se sont précipités vers l'aéronef immergé et ont tenté de secourir le pilote, mais ils ont été incapables d'ouvrir la porte pour le sortir de l'appareil. Des plongeurs de la Police provinciale de l'Ontario ont récupéré le corps du pilote plusieurs heures plus tard.

Photo 1. Aéronef immergé (Source : Police provinciale de l'Ontario)



Conditions météorologiques

Il n'y avait pas de message d'observation météorologique régulière pour l'aviation (METAR) concernant le lac Taylor, car le centre de veille météorologique le plus proche se trouvait à North Bay (CYYB) [Ontario], à 50 nm au nord. Le METAR de 8 h pour CYYB était le suivant :

> [Traduction] Vent 350° vrai (V) à 6 nœuds, visibilité de 15 milles terrestres, quelques nuages à 3000 pieds au-dessus du sol (agl), à 12 000 pieds agl et à 23 000 pieds agl, température de 14°C, point de rosée à 6°C et calage altimétrique de 30,12 pouces de mercure.

---

1 Les heures sont exprimées en heure avancée de l'Est (temps universel coordonné moins 4 heures).

Pilote

Le pilote, septuagénaire, était titulaire d’une licence de pilote privé (avion), valide pour les avions terrestres et hydravions monomoteurs, et d’un certificat médical valide de catégorie 3. La licence avait été initialement délivrée le 23 mars 1994. La licence du pilote était assortie d’une restriction stipulant qu’il devait porter des verres correcteurs pour piloter, mais il n’en portait pas quand on a récupéré son corps et l’on n’en a pas trouvés à l’intérieur de l’appareil.

Le pilote était atteint d’une affection cardiaque préexistante pour laquelle il était suivi par un cardiologue et faisait l’objet d’une surveillance conformément aux lignes directrices de Transports Canada (annexe C). La surveillance comprenait des électrocardiographies (ECG) au repos et des épreuves d’effort cardiaque, dont les résultats étaient acceptables.

Un médecin spécialiste du BST a procédé à un examen des antécédents médicaux du pilote, qui a révélé qu’on lui avait prescrit de la nitroglycérine en vaporisateur sublingual, un médicament employé pour prévenir ou soulager la douleur thoracique (angine) chez des personnes atteintes de certaines affections, et qu’il utilisait un appareil de ventilation spontanée avec pression expiratoire positive (VSPEP) pour traiter l’apnée du sommeil[2]. Ni l’un ni l’autre de ces traitements n’avait été signalé à la Médecine aéronautique civile (MAC) de Transports Canada, tel que l’exige l’article 6.5 de *La loi sur l’aéronautique*.

En outre, le médecin spécialiste du BST a assisté à l’autopsie, laquelle a révélé que la maladie cardiovasculaire du pilote était à un stade significativement plus avancé que ce qu’on avait prévu, l’obstruction de ses principales artères variaient de 80 à 90 %, ce qui représentait un risque important pour le pilote. Cependant, le pilote avait réussi sa dernière épreuve d’effort cardiaque requise sans difficulté particulière. L’examen a permis de conclure que l’état de santé du pilote n’a eu aucune incidence sur cet accident.

Bien que le journal de bord du pilote n’ait pu être récupéré, ce dernier, à l’occasion de son examen médical de 2006, avait mentionné avoir à son actif 1300 heures de vol au total. Le nombre d’heures de vol avec l’appareil depuis l’examen médical de 2006 a été obtenu à partir des carnets techniques de l’aéronef. Au cours des années précédant l’accident, le pilote n’avait accumulé que 53 heures de vol.

- 2011 : 24 heures
- 2012 : 0 heure
- 2013 : 29 heures

---

2 L’apnée du sommeil est un trouble du sommeil potentiellement grave caractérisé par l’arrêt intermittent de la respiration. Les personnes souffrant d’apnée du sommeil présentent un risque accru de manifestation cardiaque (Source : Mayo Clinic Staff, Diseases and Conditions, Sleep Apnea, 24 juillet 2012).

On estime que le pilote avait effectué environ 5 heures de vol en 2014, incluant le vol en cause. Au cours des 19 dernières années, le pilote avait accumulé quelque 1500 heures de vol au total et 780 heures sur l'aéronef en cause.

Le pilote ne pilotait qu'au printemps, à l'été et à l'automne, et il était reconnu pour bien planifier ses vols et s'assurer d'avoir à bord l'équipement de sécurité requis en tout temps. Il avait également l'habitude de toujours porter la ceinture abdominale et les bretelles de sécurité ainsi qu'un VFI lorsqu'il était aux commandes d'un aéronef.

Aéronef

L'appareil immatriculé C-FYKU a été fabriqué par Cessna, aux États-Unis, en 1969. Lorsque le pilote en a fait l'acquisition, en octobre 1995, l'aéronef était muni de flotteurs amphibies EDO, modèle 2790, et comptait 1736 heures de vol cellule.

Les carnets de route n'ont pas été récupérés, mais, d'après les carnets techniques de l'aéronef, les derniers travaux d'entretien consignés correspondent à la plus récente inspection annuelle, effectuée le 19 juillet 2013; la cellule totalisait alors 2487 heures de vol. Selon les dossiers disponibles, l'aéronef était entretenu conformément à la réglementation en vigueur. L'aéronef respectait les limites de poids et d'équilibrage applicables.

Le dernier *Rapport annuel d'information sur la navigabilité aérienne* (RAINA) reçu par Transports Canada, le 30 avril 2014, indique que l'aéronef avait accumulé environ 2516 heures de vol cellule au total.

Les 2 portes de la cabine étaient les seules issues de secours disponibles. Le mécanisme de verrouillage de porte comprenait une poignée de porte extérieure encastrée du type levier, qui affleurait la porte lorsqu'elle était fermée ainsi qu'une poignée de porte intérieure ordinaire en forme de L. D'après la liste de vérifications à effectuer avant le décollage qui figure dans le manuel d'utilisation du Cessna 185, les portes de la cabine doivent être verrouillées pendant le vol. Cessna a indiqué que la principale raison pour laquelle les portes de cabine doivent être verrouillées en vol est pour éviter une ouverture intempestive causée par une déformation par flexion du fuselage.

Le rapport d'enquête aéronautique A05O0147 du BST contient l'information ci-dessous au sujet de la conception des portes :

> Le mécanisme de verrouillage de la porte est conçu de telle sorte qu'on ne peut ouvrir la porte de l'extérieur si elle est verrouillée de l'intérieur. Cessna précise ce qui suit :
>
> Les questions de sécurité concernant l'évacuation de l'avion ont été considérées à diverses étapes dans le cadre des processus de conception, d'essai et de certification. Ces processus permettent d'évaluer une gamme variée de risques concurrents, de facteurs de sécurité et de scénarios. Par exemple, les risques associés à l'ouverture imprévue ou intempestive des portes pèsent plus lourd dans la balance que les préoccupations relatives à l'accès depuis l'extérieur de l'avion, l'objectif étant de concevoir un moyen permettant d'assurer le plus haut niveau de sécurité possible au public.

Ce type de verrou est utilisé sur tous les nouveaux avions monomoteurs de Cessna.

Renseignements sur l’épave

Les faits pertinents suivants ont été constatés dans le cadre de l’examen de l’épave :

- il y avait du carburant sur l’eau autour de l’aéronef;
- les dommages observés au bout des deux ailes correspondaient à ceux d’un aéronef ayant fait la roue;
- l’appareil ne présentait aucune anomalie liée aux commandes de vol;
- les volets étaient sortis à 20 degrés;
- les flotteurs et les fixations des flotteurs ne présentaient aucun dommage apparent;
- les roues étaient rentrées;
- l’hélice était complètement détachée du moteur, ce qui indique que le moteur fournissait de la puissance au moment de l’impact;
- le bas de la porte gauche était partiellement renfoncé dans la cabine, de sorte qu’il n’était plus possible d’ouvrir la porte;
- la poignée de la porte gauche était en position déverrouillée;
- la fenêtre de la porte gauche était ouverte, toutefois, le cadre de la fenêtre était déformé, la vitre était brisée et le verrou était en position fermée;
- la partie inférieure de l’aile gauche était tordue et bloquait le haut de la porte gauche, de sorte qu’il était impossible d’ouvrir la porte;
- la porte et la poignée de la fenêtre de droite étaient en position verrouillée;
- le pare-brise était intact et la ceinture en V n’était pas endommagée;
- le pilote ne portait pas sa ceinture abdominale ni ses bretelles de sécurité lorsque les plongeurs ont récupéré son corps;
- les bagages n’étaient pas arrimés et flottaient librement à l’intérieur de la cabine;
- le pilote avait sur lui et dans ses bagages de la nitroglycérine en vaporisateur sublingual;
- un appareil de VSPEP a été trouvé à l’intérieur de l’aéronef.

Possibilités de survie

Les dommages à l’intérieur de la cabine étaient minimes, et le pilote a survécu à l’accident. Les blessures du pilote se résumaient à de légères égratignures et quelques côtes fracturées sur le côté gauche. La cause du décès du pilote est la noyade.

Le pilote portait un vêtement de flottaison individuel (VFI) gonflable de marque Mustang® lorsqu’il a été retiré de l’aéronef, mais le VFI n’était pas gonflé.

Le BST a enquêté sur de nombreux accidents d'hydravion dont des victimes ont survécu à l'impact, mais n'ont pas été en mesure de sortir de l'aéronef de façon sécuritaire (annexe A). Le rapport d'enquête aéronautique du BST A12O0071 stipule ce qui suit :

> D'après les recherches antérieures sur les accidents d'hélicoptères submergés, seuls 10 % à 15 % des occupants sont capables d'exécuter les manœuvres de sortie requises de façon efficace[3]. En outre, 10 % à 15 % des autres occupants demeurent figés en raison de l'intensité du stress, ce qui réduit considérablement leurs chances de survie. Quant aux 75 % restants, ils sont étourdis ou traumatisés, mais peuvent généralement réussir à s'en tirer s'ils ont suivi une bonne formation sur l'évacuation subaquatique et s'ils sont bien préparés à une telle éventualité. L'accès restreint aux portes de sortie normales, la température de l'eau, l'obscurité et la désorientation causée par un impact avec l'eau sont autant de facteurs qui réduisent la capacité des occupants à évacuer un aéronef immergé. La formation sur l'évacuation et l'exposé aux passagers soulignent surtout l'importance de mémoriser l'emplacement des sorties.

Rien n'indique que le pilote ait reçu une formation sur l'évacuation, et il n'existe aucune exigence réglementaire sur ce type de formation pour les exploitations privées ou commerciales d'hydravions à flotteurs.

Au fil des ans, le BST a réalisé de nombreuses études de sécurité et a émis à l'intention du secteur du transport par hydravion des recommandations, des avis et des lettres d'information sur la sécurité aérienne au sujet des enjeux d'évacuation et des possibilités de survie. Les rapports d'enquête aéronautique du BST A09P0397 et A12O0071 soulignent ces communications sur la sécurité émises par le BST (annexe B).

D'ailleurs, dans le rapport d'enquête aéronautique du BST A12O0071, afin de traiter des enjeux d'évacuation dans le contexte des exploitations commerciales d'hydravions, le Bureau recommande que :

> [l]e ministère des Transports exige que tous les équipages d'hydravions commerciaux suivent une formation sur l'évacuation subaquatique.
>
> Recommandation A13-02 du BST

En réponse à cette recommandation, Transports Canada a indiqué qu'il modifiera la formation obligatoire actuelle relative aux opérations d'urgence de manière à inclure une formation initiale et une formation périodique sur l'évacuation subaquatique à l'intention des équipages d'hydravions commerciaux. La nouvelle réglementation n'a pas encore été publiée. Cette action de la part de Transports Canada a été évaluée comme dénotant une intention satisfaisante.

---

3 C.J. Brooks, C.V. MacDonald, L. Donati et J.T. Taber, « Civilian Helicopter Accidents into Water: Analysis of 46 Cases, 1979–2006 », *Aviation, Space, and Environmental Medicine,* Vol. 79, N° 10, 2008, pages 935–940.

Bien que des mesures aient été prises par Transports Canada pour régler les enjeux d’évacuation au sein du secteur des hydravions commerciaux, peu a été fait au fil des ans pour régler ces mêmes enjeux dans la communauté des hydravions privés.

Approche et amerrissage sur plan miroitant

Le pilote avait de l’expérience en amerrissage, mais on estime que les plans miroitants représentent les conditions les plus difficiles pour poser un hydravion, et ce, sans égard au niveau d’expérience du pilote. L’effet réfléchissant créé par le plan miroitant compromet la perception de la profondeur, de sorte qu’il est difficile pour le pilote d’établir la hauteur de l’aéronef au-dessus de la surface de l’eau.

En présence d’un plan miroitant, le *Manuel d’information aéronautique de Transports Canada* (AIM de TC) recommande d’adopter la procédure suivante[4] :

> Même si l’approche et l’atterrissage exigent un espace considérable, il faut faire une approche et un atterrissage avec l’aide moteur aussi près que possible du rivage et parallèlement à celui-ci afin de pouvoir apprécier, par l’observation de la rive, la hauteur de l’aéronef au-dessus de la surface. Les objets flottants, les algues ou les bancs de plantes aquatiques peuvent aussi aider le pilote à apprécier sa hauteur. Il est recommandé, lors de l’approche, de descendre jusqu’à 200 pieds (300 à 400 pieds, s’il n’existe aucune aide visuelle permettant d’évaluer la hauteur) et de donner à l’aéronef une assiette légèrement cabrée. Régler la puissance de façon à maintenir un taux de descente bas, en conservant la vitesse d’approche recommandée pour le type d’aéronef jusqu’au contact avec la surface. Ne pas essayer de « tâter » la surface. Il faut réduire la puissance au point de contact, tout en continuant de tirer sur le manche pour maintenir le cabré afin d’empêcher les flotteurs de s’enfoncer lorsque tout le poids de l’aéronef repose sur l’eau. Il faut veiller à compenser l’avion correctement afin d’éviter toute glissade ou tout dérapage au point de contact.

---

[4] Manuel d’information aéronautique de Transports Canada, AIR 2.11.4, 16 octobre 2014.

Analyse

Les renseignements issus de l'examen de l'épave indiquent que le moteur fonctionnait au moment de l'accident et qu'il n'y avait aucune anomalie des commandes de vol qui aurait pu contribuer à une perte de maîtrise. Les dommages minimes à l'intérieur du poste de pilotage et les blessures légères subies par le pilote indiquent que l'accident offrait des chances de survie. L'analyse portera sur l'état de santé du pilote, sur son expérience et sur son incapacité d'évacuer l'aéronef en position renversée.

Au cours des dernières années, le nombre d'heures de vol du pilote avait diminué, c'est pourquoi il était probablement moins compétent qu'auparavant, rendant l'amerrissage sur un plan miroitant plus difficile.

Le pilote ne portait pas de verres correcteurs lorsqu'on a récupéré son corps, et l'on n'en a pas trouvés à l'intérieur de l'appareil. Il est possible que les verres correcteurs aient été perdus au moment de l'accident ou de l'opération de récupération qui a suivi, mais, si le pilote n'en portait pas, l'amerrissage sur un plan miroitant aurait été encore plus difficile.

L'aéronef était configuré adéquatement pour l'amerrissage, et l'approche était stable, ce qui indique que le pilote avait la pleine maîtrise de l'appareil jusqu'au moment de l'accident.

Étant donné que l'amerrissage d'un aéronef sur un plan miroitant peut être très exigeant, la technique et l'assiette adéquates sont essentielles à la réussite de cette manœuvre. On recommande d'amerrir en position légèrement cabrée afin d'éviter que les flotteurs s'enfoncent au moment de toucher le plan d'eau et près du rivage afin de pouvoir mieux évaluer la hauteur de l'aéronef au-dessus de la surface de l'eau. Au moment de l'amerrissage, l'aéronef était dans une assiette horizontale, le flotteur droit légèrement plus bas que le gauche tout juste avant de toucher la surface, au centre du lac.

L'assiette horizontale au toucher laisse croire que le pilote a été surpris par le contact avec la surface du lac, vraisemblablement en raison du manque de référence pour évaluer la hauteur de l'aéronef du fait qu'il était loin du rivage, et de l'apparence miroitante de la surface du plan d'eau. Les flotteurs se sont enfoncés dans l'eau, entraînant une perte de maîtrise de l'aéronef, qui a fait la roue.

Le pilote ne portait pas sa ceinture abdominale ni ses bretelles de sécurité lorsqu'on a récupéré son corps dans l'appareil. Cependant, d'après ses antécédents et ses habitudes, il est permis de croire que le pilote les portait pendant le vol. D'ailleurs, il a survécu à l'impact, ne présentant que des blessures légères, a réussi à détacher sa ceinture abdominale et ses bretelles de sécurité, et est parvenu à déverrouiller sa porte.

Les forces d'impact ont été suffisantes pour entraîner la déformation de la cellule et de la porte, rendant cette dernière impossible à ouvrir. La fenêtre de la porte du pilote a été endommagée, mais elle était toujours fonctionnelle et ouverte au moment de l'opération de récupération, bien que la poignée de la fenêtre était en position verrouillée. On ne sait pas quand, comment et par qui elle a été ouverte, mais la fenêtre ouverte aurait pu servir à l'évacuation du pilote. Les poignées de la porte et de la fenêtre du côté passager étaient verrouillées de l'intérieur et n'étaient pas endommagées. Si le pilote avait déverrouillé la porte ou la fenêtre du côté passager, il aurait pu sortir de l'appareil par l'une ou l'autre de ces issues. Les sauveteurs n'ont pu venir en aide au pilote, car aucune des portes ne

pouvait être ouverte de l’extérieur. Si les sauveteurs ne peuvent ouvrir les portes ni les fenêtres de l’extérieur, les occupants de l’aéronef courent un risque de noyade.

Les bagages et l’équipement n’étaient pas arrimés, de sorte qu’ils flottaient librement à l’intérieur de l’appareil. Ces derniers auraient pu bloquer partiellement toute issue de secours disponible et accentuer la confusion dans un tel environnement. Après avoir survécu à l’impact, le pilote était probablement désorienté en raison de différents facteurs, y compris l’impact, le fait de se retrouver à l’envers, immergé et entouré de bagages flottant librement.

Il a été démontré que la formation sur l’évacuation améliore la possibilité de sortir d’un aéronef immergé à la suite d’un accident offrant des chances de survie. Cela dit, il n’existe aucune exigence réglementaire sur ce type de formation pour les exploitations privées ou commerciales. Le pilote n’avait reçu aucune formation sur l’évacuation, et, en raison des portes verrouillées et coincées, de la désorientation et des bagages bloquant les issues, il a été incapable de sortir de l’aéronef et s’est noyé. Si les pilotes d’hydravions ne reçoivent aucune formation sur l’évacuation, ils courent un risque accru de ne pas être en mesure de sortir d’un aéronef immergé à la suite d’un accident offrant des chances de survie.

Le pilote âgé détenait un certificat médical valide de catégorie 3 et était atteint d’une affection cardiaque connue, qui faisait l’objet d’un suivi et d’une surveillance conformément aux lignes directrices actuelles de Transports Canada. Cependant, l’autopsie a révélé que la maladie du pilote était à un stade significativement plus avancé que ce qu’on avait prévu. Les processus de surveillance actuels, y compris une épreuve d’effort cardiaque, n’ont pas permis de déceler le stade avancé de la coronaropathie dont était atteint le pilote. Si les épreuves de surveillance médicale ne permettent pas de détecter avec précision le stade avancé de coronaropathie, les pilotes présentent un risque accru d’être atteints d’une affection susceptible d’endommager des biens ou de blesser des personnes grièvement ou mortellement.

Le pilote avait des médicaments et un appareil de VSPEP qui n’avaient pas été signalés à la Médecine aéronautique civile (MAC) de Transports Canada. L’omission de signaler ces articles peut avoir influé sur la décision prise par la MAC de Transports Canada de juger le pilote admissible à un certificat médical de catégorie 3. Si les pilotes et les médecins ne signalent pas tous les troubles médicaux, Transports Canada risque de ne pas être en mesure d’évaluer adéquatement l’état de santé d’un pilote.

Faits établis

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Au cours des dernières années, le nombre d'heures de vol du pilote avait diminué, c'est pourquoi il était probablement moins compétent qu'auparavant, rendant l'amerrissage sur un plan d'eau miroitant plus difficile.

2. L'assiette horizontale au toucher laisse croire que le pilote a été surpris par le contact avec la surface du lac, vraisemblablement en raison du manque de référence pour évaluer la hauteur de l'aéronef du fait qu'il était loin du rivage, et de l'apparence miroitante de la surface du plan d'eau.

3. Le flotteur droit a touché l'eau le premier et s'est enfoncé dans l'eau, ce qui a entraîné une perte de maîtrise de l'aéronef, lequel a fait la roue.

4. Le pilote n'avait reçu aucune formation sur l'évacuation, et, en raison des portes verrouillées et coincées, de la désorientation et des bagages bloquant les issues, il a été incapable de sortir de l'aéronef et s'est noyé.

Faits établis quant aux risques

5. Si les épreuves de surveillance médicale ne permettent pas de détecter avec précision le stade avancé de coronaropathie, les pilotes présentent un risque accru d'être atteints d'une affection susceptible d'endommager des biens ou de blesser des personnes grièvement ou mortellement.

6. Si les pilotes d'hydravions ne reçoivent aucune formation sur l'évacuation, ils courent un risque accru de ne pas être en mesure de sortir d'un aéronef immergé à la suite d'un accident offrant des chances de survie.

7. Si les sauveteurs ne peuvent ouvrir les portes ni les fenêtres de l'extérieur, les occupants de l'aéronef courent un risque de noyade.

8. Si les pilotes et les médecins ne signalent pas tous les troubles médicaux, Transports Canada risque de ne pas être en mesure d'évaluer adéquatement l'état de santé d'un pilote.

Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 10 juin 2015. Le rapport a été officiellement publié le 30 juin 2015.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports (www.bst-tsb.gc.ca) pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également la Liste de surveillance, qui énumère les problèmes de sécurité dans les transports qui posent les plus grands risques pour les Canadiens. Dans chaque cas, le BST a constaté que les mesures prises à ce jour sont inadéquates, et que le secteur et les organismes de réglementation doivent adopter d'autres mesures concrètes pour éliminer ces risques.

Annexes

Annexe A – Rapports d'enquête du BST sur les accidents où les occupants ont eu de la difficulté à évacuer un hydravion

Événement	Type	Décès	Commentaires
A13O0125	Cessna 182	3	Deux occupants ont été tués par la force de l'impact. Un occupant, victime de blessures légères, a survécu à l'impact, mais il n'est pas sorti de l'appareil et s'est noyé.
A12O0071	Beaver DHC-2	2	Deux occupants de l'avion ont été grièvement blessés parce qu'ils ne disposaient pas d'un système de retenue efficace. Par conséquent, ils ont perdu connaissance et, comme ils se sont retrouvés sous l'eau après l'accident, ils ont été incapables de survivre. Un autre occupant a été blessé et a réussi à évacuer l'appareil.
A09P0397	Beaver DHC-2	6	En raison des dommages causés au moment de l'impact, seules 2 des 4 issues étaient utilisables. Cinq des 6 personnes qui se sont noyées ont enlevé leur ceinture de sécurité après l'impact, ce qui indique qu'elles ont survécu à l'impact, mais qu'elles ont été incapables de trouver une issue. Le BST a publié les recommandations A11-05 et A11-06 à la suite de ce rapport.
A05O0147	Cessna 185F	1	Dans cet accident, le pilote s'est noyé. Le BST a exprimé les préoccupations suivantes : « D'après les données historiques, les occupants d'un hydravion immergé qui survivent à l'impact risquent de se noyer dans l'hydravion. Les mécanismes de défense contre la noyade sont généralement peu efficaces dans de telles circonstances. Considérant les probabilités de pertes de vie associées aux accidents d'hydravion dans l'eau, le BST se préoccupe du fait que les occupants ne sont probablement pas suffisamment bien préparés pour pouvoir évacuer un hydravion immergé. Un autre élément aussi préoccupant est le fait que dans ce cas-ci, les sauveteurs n'ont pas pu accéder à la cabine de l'extérieur. »
A05Q0178	Cessna 185	1	L'hydravion a chaviré alors qu'il tentait de décoller. Cinq des occupants ont réussi à sortir de la cabine immergée, mais le passager qui occupait le siège avant de droite n'y est pas parvenu et s'est noyé.

Événement	Type	Décès	Commentaires
A04W0114	Cessna 185F	2	L’hydravion s’étant retourné dans l’eau après l’impact, les survivants n’ont pas pu trouver les poignées intérieures des portes, ce qui les a empêchés d’utiliser ces portes comme issues de secours. Le rapport du BST faisait état des préoccupations suivantes : « D’après les données historiques, les occupants d’un hydravion immergé qui survivent à l’impact risquent de se noyer dans l’hydravion. Les mécanismes de défense contre la noyade sont généralement peu efficaces dans de telles circonstances. Considérant les probabilités de pertes de vie associées aux accidents d’hydravion dans l’eau, le BST se préoccupe du fait que les occupants ne sont probablement pas suffisamment bien préparés pour pouvoir évacuer un hydravion immergé. Le Bureau s’inquiète également du fait que les hydravions ne semblent pas être conçus de la meilleure manière possible pour permettre aux occupants d’évacuer facilement un appareil immergé ».
A03F0164	Cessna 185	1	Un passager a été incapable de sortir de l’appareil et s’est noyé.
A03Q0083	Cessna U206F	1	Le pilote, ayant réussi à sortir de l’hydravion, a dit au passager de le suivre, mais ce dernier, étant désorienté, s’est dirigé vers l’arrière de l’hydravion et s’est noyé.
A00P0103	Beaver DHC-2	3	Le centre de gravité (CG) arrière a été un facteur contributif de l’accident mortel. L’hydravion n’était pas équipé d’un avertisseur de décrochage. Deux passagers n’ont pas pu sortir de l’hydravion et un autre s’est noyé alors qu’il tentait de rejoindre la rive à la nage.
A98P0215	Beaver DHC-2	5	Les 5 occupants se sont noyés après avoir survécu à l’impact avec l’eau. L’examen médical a révélé que les occupants étaient attachés lors de l’impact initial et pendant le tonneau.
A97P0230	Cessna 180J	3	Les 3 occupants se sont noyés après avoir survécu à l’impact avec l’eau.
A97C0090	Cessna TU206G	2	Les 2 passagers n’ont pas pu sortir de l’hydravion et se sont noyés.
A96Q0114	Cessna U206F	4	Le pilote et 3 passagers se sont noyés à l’intérieur de l’hydravion. Avant l’accident, le Bureau canadien de la sécurité aérienne avait envoyé à Transports Canada un avis de sécurité aérienne indiquant que la porte-cargo arrière à 2 battants du Cessna 206 était difficile à ouvrir. Aucune mesure n’avait été prise pour corriger la situation.
A94O0213	Cessna A185E	3	Un passager a réussi à sortir de l’hydravion par la fenêtre de la porte de gauche et à nager jusqu’à la rive. Le pilote et 2 autres passagers n’ont pas survécu. Les 2 portes sont restées fermées sous l’impact, mais l’hydravion a été trouvé avec les 2 fenêtres des portes latérales grandes ouvertes.

Événement	Type	Décès	Commentaires
A91Q0267	Cessna A185F	2	La poignée de la porte de droite était cassée, mais les passagers qui occupaient le siège avant de droite ont réussi à sortir par la fenêtre de cette porte. Le pilote et le passager assis à l’arrière se sont noyés. Leurs corps ne portaient aucune trace de traumatisme physique.
A91C0122	Beaver DHC-2	1	Le pilote a survécu à l’impact, mais s’est noyé alors qu’il tentait de sortir de l’épave.
A90W0265	Beaver DHC-2	2	Un passager a réussi à sortir de l’hydravion, mais le pilote et le deuxième passager n’y sont pas parvenus et se sont noyés. Les ailes endommagées bloquaient les portes droite et gauche de la cabine.
A89O0369	Cessna TU206G	1	Le pilote a pu sortir de l’hydravion en ouvrant la fenêtre de la porte de gauche à coups de pieds. Cependant, il n’y avait aucune porte à côté du passager assis à l’avant qui, incapable de sortir, s’est noyé.
A89C0089	Cessna A185	1	Un des 4 occupants est resté coincé dans l’hydravion et s’est noyé.
A88O0203	Beaver DHC-2	2	Le pilote et le passager du siège avant n’ont pas pu évacuer l’hydravion qui s’enfonçait dans l’eau et se sont noyés.
A87P0901	Cessna 180J	1	Le pilote a pu évacuer l’hydravion immergé en passant par la porte gauche. Il a ensuite plongé dans l’eau à plusieurs reprises pour tenter de sauver l’autre occupante, mais n’a pas réussi à la trouver. Les sauveteurs l’ont trouvée 20 minutes plus tard, à l’arrière de la cabine. Elle est décédée quelques jours plus tard à l’hôpital. Au moment de l’impact, aucun des occupants n’avait subi de blessures qui auraient restreint leur mobilité.
A87P0021	Cessna A185F	1	Le pilote n’a pas pu évacuer l’hydravion immergé et s’est noyé.
A86P0058	Beaver DHC-2	5	Le pilote, gravement blessé, a pu sortir de l’appareil, mais 5 passagers se sont noyés. Le rapport soulignait le fait que, lorsque les sièges de la rangée du milieu sont en place, la poignée rotative pour ouvrir la porte arrière se trouve derrière le siège, ce qui empêche les occupants de ces sièges d’accéder facilement à la poignée.

Annexe B – Études du BST sur la sécurité et communications du BST en matière de sécurité des hydravions et des hydravions à flotteurs

- *Étude de sécurité portant sur les compétences et les connaissances des pilotes d'hydravion (*rapport SSA93001 du BST*)* : Cette étude, effectuée en 1993, portait sur 1432 accidents d'hydravions. Même si l'étude n'était pas axée sur les questions de survivance, elle comparait la proportion d'accidents mortels du nombre total d'accidents d'hydravions équipés de flotteurs par rapport aux avions sur roues (pour les marques et les modèles d'aéronefs qui sont le plus souvent équipés de flotteurs). Quand ces appareils sont montés sur roues, 10 % de leurs accidents sont mortels; toutefois, sur flotteurs, ce chiffre grimpe à 17 %. Le rapport contenait 10 recommandations de sécurité visant à réduire le nombre d'accidents d'hydravions.
- *Étude de sécurité portant sur les possibilités de survie dans les accidents d'hydravions* (rapport SA9401 du BST) : En 1994, le BST a analysé les accidents d'hydravions survenus au Canada pendant une période de 15 ans, soit de 1976 à 1990, au cours de laquelle il y a eu 1432 accidents de ce type, dont 234 ont coûté la vie à 452 personnes. L'étude de sécurité contenait 6 recommandations visant à améliorer la capacité de survie des occupants lors d'accidents d'hydravions, notamment le port d'un dispositif de flottaison personnel au cours des phases d'arrêt, de circulation, de décollage, d'approche et d'amerrissage du vol (recommandation A94-07 du BST).
- *Avis de sécurité A000003-1 du BST, Escape from a Submerged Seaplane* [Évacuation d'un hydravion submergé] : Le BST a publié cet avis de sécurité à la suite de l'accident d'un Beaver de Havilland DHC-2 en 2000. L'avis suggérait, entre autres, que l'installation de mécanismes à déclenchement rapide ou de fenêtres à ouverture instantanée permettrait d'évacuer l'hydravion plus rapidement. Toutefois, Transports Canada n'a pas exigé l'apport de modifications aux hydravions.
- *Avis de sécurité A040044-1 du BST, Egress from Submerged Seaplanes* [Évacuation d'un hydravion submergé] : Le BST a publié cet avis de sécurité en 2004, à la suite de l'accident de l'hydravion Cessna A185F qui avait à son bord 3 passagers et 1 pilote. Le pilote et le passager qui occupait le siège avant de droite, incapables d'ouvrir ni l'une ni l'autre des sorties principales, avaient réussi à évacuer l'hydravion en passant par la fenêtre brisée de la porte gauche de la cabine. Les 2 passagers assis à l'arrière se sont noyés, en dépit du fait qu'ils n'avaient subi aucune blessure lors de l'accident. L'avis mentionnait que les modifications des portes d'hydravion visant à les équiper de mécanisme à déclenchement rapide ou des fenêtres largables augmenteraient les possibilités d'évacuation rapide si l'hydravion devait se trouver immergé. Il était également suggéré que TC devrait envisager le recours à d'autres méthodes qui permettraient de faciliter l'évacuation d'urgence d'un hydravion immergé. Dans sa réponse, TC indiquait que de telles modifications, qu'il s'agisse de portes largables ou de grandes fenêtres cassables ou à ouverture instantanée, relèvent de l'État responsable de l'autorité de conception et que TC ne prendrait aucune mesure à ce sujet.
- *Lettre d'information sur la sécurité aérienne A040046 du BST — Exposés aux passagers et cartes de mesures de sécurité dans des opérations faisant appel à des hydravions :* Cette lettre a été rédigée en 2004, à la suite de l'accident de l'hydravion Cessna A185F mentionné dans le paragraphe

précédent. La lettre d'information soulignait le fait que la réglementation ne contenait pas d'information quant à l'exigence d'inclure des renseignements sur les procédures d'évacuation subaquatique à l'exposé de sécurité présenté dans les hydravions. Il n'y a pas non plus d'exigence selon laquelle les cartes de mesures de sécurité doivent contenir des renseignements ou décrire des procédures d'urgence propres à une évacuation subaquatique. Dans la conclusion de la lettre, on souligne le fait que les risques pour les occupants pris au piège à l'intérieur d'un hydravion immergé sont accrus lorsque l'exposé avant vol sur la sécurité et la carte des mesures de sécurité ne comportent aucun renseignement spécifique concernant les procédures d'évacuation subaquatique. Dans sa réponse, TC indiquait avoir envoyé une centaine d'exemplaires du dépliant révisé, intitulé *Hydravion et hydravion à flotteurs – Guide du passager* (TP 12365), aux exploitants commerciaux d'hydravions du Canada, accompagnés des procédures à suivre pour en commander d'autres au besoin.

Annexe C – Cardiopathie ischémique

Syndrome coronarien aigu

L'infarctus aigu du myocarde rend le titulaire de tout document d'aviation inapte à piloter au départ. L'inaptitude à voler n'est toutefois pas nécessairement permanente. On pourra envisager de rétablir la certification aéromédicale au bout de six mois (la décision prise après six mois devant être basée sur des évaluations obligatoires réalisées au plus tôt cinq mois après le congé de l'hôpital) si les conditions suivantes sont réunies :

- Les résultats d'un test d'effort à un minimum de 8,5 METS (fin du palier 3), selon le protocole de Bruce ou l'équivalent, indiquent que le sujet court un faible risque (< 2 %) d'accident cardiovasculaire important au cours des 12 mois suivants. Il n'est pas nécessaire que le sujet cesse de prendre ses médicaments pour subir le test. Si l'on effectue une épreuve d'effort avec scintigraphie de perfusion, il ne devrait y avoir aucune anomalie réversible importante ni aucun déficit fixe étendu, tel qu'expliqué au point suivant.

- La fraction d'éjection établie par échocardiographie ou par scintigraphie séquentielle (qui mesure la fonction ventriculaire gauche) est supérieure à 50 % au repos et ne diminue pas de plus de 5 % à la suite d'un effort suffisant (c.-à-d. 85 % de la fréquence cardiaque maximale prévue ou > 8 METS). Une fraction d'éjection à un seuil de 45 % s'applique si l'on fait une tomographie SPECT (tomographie informatisée par émission de photons uniques).

- Si la fraction d'éjection satisfait aux critères décrits ci-dessus, il n'est pas nécessaire de procéder à une surveillance par la méthode Holter. Si la fraction d'éjection se situe entre 40 et 50 %, on pourra envisager de rétablir la certification médicale avec restrictions après examen des résultats d'un enregistrement Holter de 24 heures. Cet examen doit révéler qu'il n'y a pas plus de 3 extrasystoles ventriculaires par heure, le sujet n'étant pas sous l'effet de médicaments anti-arythmiques, avec au plus 3 battements consécutifs et un cycle qui ne dure pas moins de 500 ms.

- Les principaux facteurs de risque modifiables (voir ci-dessous) qui favorisent la récurrence d'un infarctus sont contrôlés et le sujet ne fume pas.

L'évaluation de contrôle, effectuée un an après l'infarctus et aux 12 mois par la suite, comportera un interrogatoire poussé du sujet, un examen physique, une électrocardiographie au repos et à l'effort et une étude des facteurs de risque modifiables. Si son état ne s'est pas détérioré deux ans après l'intervention, le sujet devra subir une épreuve d'effort sur tapis roulant tous les deux ans jusqu'à l'âge de 50 ans, puis tous les ans par la suite, si nécessaire.

Ces critères s'appliquent peu importe que le candidat ait été traité pour une thrombose aiguë (p. ex. agent thrombolytique, intervention coronarienne percutanée [ICP] ou pontage) ou que l'infarctus se soit produit en présence d'une maladie athéromateuse de légère à modérée seulement à artériographie.

Après une revascularisation

On pourra envisager de rétablir la certification aéromédicale d'un candidat qui a fait l'objet d'un traitement pour une coronaropathie par revascularisation (pontage, angioplastie avec ou sans stent, athérectomie directionnelle, etc.) après une période de six mois, si les conditions suivantes sont réunies :

- Les résultats d'un test d'effort à un minimum de 8,5 METS (fin du palier 3), selon le protocole de Bruce ou l'équivalent, indiquent que le sujet court un faible risque (< 2 %) d'accident cardiovasculaire important au cours des 12 mois suivants.

- La visualisation de la perfusion par imagerie, au repos et à l'effort, établit que la perméabilité de l'artère revascularisée se maintient sans signe d'ischémie réversible.

- Les principaux facteurs de risque modifiables sont contrôlés et le sujet ne fume pas.

- La fonction ventriculaire gauche est satisfaisante après le pontage.

L'évaluation de contrôle, effectuée un an après la revascularisation et aux 12 mois par la suite, comportera un interrogatoire poussé du candidat, un examen physique, une électrocardiographie au repos et à l'effort et une étude des facteurs de risque modifiables. Si son état ne s'est pas détérioré deux ans après l'intervention, le candidat devra subir une épreuve d'effort sur tapis roulant tous les deux ans jusqu'à l'âge de 50 ans, puis tous les ans par la suite, si nécessaire.

Source : Transports Canada, *Guide pour les médecins examinateurs de l'aviation civile* (TP 13312F); 2004; p. C-4, C-5